

# LOS PROCESOS DE LA ATENCIÓN Y EL ELECTROENCEFALOGRAMA CUANTIFICADOS EN UN GRUPO DE PACIENTES CON TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN

Ernesto Reyes-Zamorano\*, Josefina Ricardo-Garcell\*, Gabriela Galindo y Villa\*, José Cortes\*, Gloria Otero\*\*

## SUMMARY

The Attention Deficit Disorder (ADD) is a developmental and chronic disorder, characterized mainly by a decrease in attention. Difficulties in the inhibitory control (expressed through behavioral and cognitive impulsiveness) and also verbal and motor restlessness are characteristic in this disorder. They should appear at an early age (before 7) and be considered inadequate in regard to the patient's age and expected level of development.

Current research suggests that their attention spans are shorter than those of their peers because their greater deficit is found in the area of sustained attention.

Other symptoms of ADD are impulsiveness – hyperactivity, and it may be difficult to differentiate one from the other. The first one, impulsiveness, has been defined as acting without thinking, while the second one, hyperactivity, describes the excessive or inappropriate level of either verbal or motor activity.

In school population, according to the DSM-IV, the prevalence of this disorder is 3-5%. It is the most frequent mental disease in childhood. The male/female rate may differ according to the sample that is being studied. In a clinical sample it is common to find a 6:1 ratio, while in the general population it may only be 3:1.

In order to evaluate the attention process and the executive functions, many psychological tests have been created, and due to the clinical characteristics of ADD patients, these instruments have been incorporated to the different test batteries used in the evaluating process. One of these tests is the Continuous Performance Test (CPT), a psychological task that evaluates two corner symptoms of ADD: inattention and impulsiveness. Its clinical usefulness has been proved through different studies.

On the other hand, the quantitative analysis of the electroencephalogram (EEG) has become a useful tool in the evaluation of this disorder. Using this technique, both, an increase in the theta band absolute and relative power, and abnormal excess in the alpha band in the anterior regions, have been reported.

CPT and EEG are both techniques commonly used in the ADD patient evaluation; nevertheless, no study has ever analyzed the possible correlation between them.

Therefore the goal of the present study was to analyze the correlation between CPT's variables and the brain electrical activity.

The absolute power of the EEG's delta, theta, alpha and beta bands, and the number of omissions, commissions, reaction time, response style and confidence index of the CPT, were correlated in a sample of 35 ADD patients with an average age of 10.49 years (S.D.=3.31). The 8 females and 27 males were clinically evaluated by a specialist to meet DSM-IV criteria for ADD.

All the EEG values (absolute power) were normalized by logarithmic transformation, and due to the fact that both variables tend to decrease while age increases, partial correlations controlled for age, were calculated. The statistic software SPSS 10 was used.

The EEG of the patients was characterized by a predominant activity in the delta, theta and alpha bands, especially in the slow bands. Delta activity was more important in frontopolar and lower frontal regions; theta activity was dominant in the upper frontal, and central regions, and the alpha band activity was more evident in posterior regions. In the temporal zone, the power of these three bands was almost equivalent. These results are similar to the characteristic EEG pattern of ADD.

All the psychological measures, except the confidence index, showed statistically significant correlations.

The number of commissions, the reaction time, and the response style indicator had more correlations with the theta activity of the central, upper frontal and parietal regions.

The remaining variable, the number of omissions, showed a significant correlation with the alpha band in the frontopolar, lower frontal and right temporal posterior areas.

Thus, statistically significant correlations were grouped in two patterns: 1) omissions showed a positive correlation with the alpha band activity in temporal and frontal inferior areas, 2) all the remaining psychological variables correlated positively (except commissions which correlated negatively) with generalized theta activity. These results suggest that, in this sample of ADD patients, such brain activity patterns may be the electroencephalographic marker that identifies a poor CPT performance.

Just as well, it could be said that the presence of theta activity in the resting EEG in the noted areas tempers with the ability of

\* Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz. Calz. México-Xochimilco 101, Sn. Lorenzo Huipulco, Tlalpan 14370, México, DF.

\*\* Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Recibido: 13 de diciembre de 2002. Aceptado: 28 de enero de 2003.

the anterior and posterior attentional networks to appropriately solve the task. This is better observed in the reaction time measure.

While almost all the correlations are positive (when the electrical activity increases the number of errors also increase), the number of commissions correlated negatively with the brain electrical activity (when the electrical activity decreases, the number of errors increases and vice versa). This is explained by the conscious effort of the patient to solve the task correctly. In order to avoid making mistakes, the patient increases the reaction time trying to have more time to correctly process the stimuli information, but because of his own attention deficit he can't take advantage of this strategy and ends up losing information. If we consider the response style indicator that allows us to evaluate the speed/accuracy relationship, then the significant correlation values (almost exclusive) of this variable with the theta band support the previous affirmation. Finally all the patient did was to increase the number of omissions, but at the same time the number of commissions decreased. Thus, an inattentive profile became evident.

Even though the brain electrical activity recording and the application of the CPT were done at different times, the results support the fact that the absolute power of the remaining EEG, in the delta, theta and alpha bands, specially in the theta band, is related with a poor performance in most of the CPT's variables analyzed. It is suggestive also of a relationship between the EEG and the different cognitive processes measured by the CPT.

**Key words:** Frequency analysis, Attention Deficit Disorder, electroencephalogram.

## RESUMEN

La tarea de ejecución continua (CPT, por sus siglas en inglés: *Continuous Performance Test*) es una prueba psicológica que evalúa dos de los síntomas primordiales del Trastorno por Déficit de Atención (TDA): la inatención y la impulsividad. Por otra parte, el electroencefalograma cuantificado ha demostrado ser también una herramienta útil en la evaluación de este trastorno. Sin embargo, no existe estudio alguno que analice la posible correlación presente entre estas dos técnicas de evaluación. El objetivo de esta investigación fue analizar la correlación entre las diferentes variables del CPT y la actividad eléctrica cerebral. Se correlacionaron los valores de la potencia absoluta en las bandas delta, theta, alfa y beta, con el número de omisiones, comisiones, el tiempo de reacción, el indicador de estilo de respuesta y el índice de confiabilidad, en 35 niños con TDA. Se obtuvieron correlaciones significativas que se agruparon en dos patrones diferentes: 1) las omisiones se correlacionaron positivamente con la actividad alfa en las zonas temporales y frontales inferiores, 2) el resto de las medidas se correlacionaron positivamente (excepto en el caso de las comisiones cuyas correlaciones fueron negativas) con la actividad theta generalizada. Estos resultados sugieren que la actividad eléctrica de base tiene relación con los procesos medidos por el CPT, además de que muestra un patrón característico del TDA.

**Palabras clave:** Análisis de frecuencias, Trastorno por Déficit de Atención, electroencefalograma.

## ANTECEDENTES

El Trastorno por Déficit de Atención (TDA) es un trastorno crónico del desarrollo, que se caracteriza fundamentalmente por una disminución en la atención. También se distingue por presentar dificultades en el control inhibitorio que se manifiestan como impulsividad conductual y cognoscitiva y por inquietud motora y verbal. Estas características deben aparecer a edad temprana (antes de los 7 años) y no ser las que se considera propias de la edad o nivel de desarrollo del paciente (2, 37).

La prevalencia del padecimiento dentro de la población infantil de los Estados Unidos de Norteamérica, según el DSM-IV, se ha calculado entre 3% y 5%, es éste el padecimiento psiquiátrico más común en la infancia. Naseem, Chaudhary y Collop (28) documentaron una prevalencia de entre 3% y 16%, mientras que Guardiola, Fuchs y Rotta (19) en un estudio que incluyó a 484 niños de primer grado encontraron que la prevalencia fue de 18% al aplicar los criterios del DSM IV, y de 3.5% al emplear criterios neuropsicológicos para el diagnóstico. La proporción hombre-mujer varió dependiendo de las poblaciones estudiadas; en población clínica fue de 6:1 y en población abierta de 3:1 (2).

Cantú-Ochoa (5) sostiene que las estadísticas de México respecto a la prevalencia del TDA están incompletas, ya que según la autora, varios estudios realizados primordialmente en centros de salud, revelan únicamente el porcentaje (en población hospitalaria) de los casos con diagnóstico de TDA que se atendieron, y las cifras varían desde 10.3% hasta 45%.

De acuerdo con Barkley (2) los datos de las investigaciones sugieren que la mayor dificultad en estos pacientes es la atención sostenida; por esto sus periodos de atención son más cortos que los de sus iguales. Otros autores han llegado a la conclusión de que en el TDA hay un compromiso selectivo en la actividad del hemisferio cerebral derecho, a la vez que demuestran un déficit de atención visoespacial lateralizado que se encontró en el grupo de niños evaluados (6). El otro síntoma principal del trastorno es la diada impulsividad – hiperactividad que en ocasiones es difícil de diferenciar. De acuerdo con Connors y Jett (10) la impulsividad es definida como el actuar sin pensar y la hiperactividad se refiere a un nivel excesivo o inapropiado de actividad, ya sea verbal o motora. A pesar de que el nombre del trastorno sólo involucra secundariamente a esta diada, algunos autores sostienen ésta, en especial en cuanto a la impulsividad, es el síntoma central y verdadero del TDA (2).

De acuerdo con Narbona-García y con Sánchez-Carpintero (27) los rasgos clínicos del TDA parecen

reflejar una disfunción temprana del funcionamiento ejecutivo, que involucra al circuito tálamo-estrión-frontal (pues los pacientes presentan déficit en el control inhibitorio, en la flexibilidad cognoscitiva, en la memoria de trabajo, en la autorregulación motivacional y, en definitiva, en la atención durante el procesamiento no automático de la información).

Por su parte, Etchepareborda (12) sostiene que la distinción entre los subtipos clínicos combinados, de predominio inatento y de predominio hiperactivo-impulsivo, descrita por el DSM-IV, es tan sólo una diferenciación primaria del síndrome, ya que desde el punto de vista neuropsicológico se puede identificar un grado de heterogeneidad intergrupala que define patrones conductuales y académicos muy diversos. De esta manera, el pensamiento de Swanson, Castellanos, Murias, Lahoste y Kennedy (35) continúa vigente, en el sentido de que existe la necesidad de integrar, desde el punto de vista de las neurociencias cognoscitivas, todos los resultados de la investigación en las distintas áreas.

A lo largo de los últimos años, son varios los estudios que, de acuerdo con el avance tecnológico, se han venido desarrollando en apoyo del diagnóstico clínico de los trastornos del neurodesarrollo. Entre los estudios paraclínicos más comúnmente utilizados se encuentra el electroencefalograma, cuya contribución al estudio del TDA ha tenido diferentes interpretaciones: algunos autores han señalado la presencia de anomalías menores e inespecíficas y otros, que las alteraciones del EEG son rasgos frecuentes asociados con esta entidad. Se ha encontrado, en 30 a 60% de los casos, que la anomalía más común es una lentificación de la actividad eléctrica cerebral, fuera de los límites normales establecidos para la edad cronológica del paciente (34).

Desde el punto de vista del análisis cuantitativo del EEG, en particular del análisis en el dominio de la frecuencia, los resultados también son diversos. En el TDA se ha señalado un aumento de la potencia absoluta y de la potencia relativa theta, fundamentalmente en las regiones frontales (12).

Bresnahan, Anderson y Barry (4) estudiaron a un grupo de pacientes con TDA y asociaron la hiperactividad con la disminución de actividad beta y la impulsividad con el exceso de actividad theta. Clarke, Barry, McCarthy y Selikowitz (7) sin embargo, consideran que existen niños con TDA, pertenecientes al subgrupo mixto del DSM-IV, que se caracterizan por tener un exceso de actividad beta de predominio frontal. Desde el punto de vista conductual este grupo fue similar al de los otros niños con TDA pero se mostró más propenso a los berrinches y a la labilidad emocional.

En los pacientes con TDA, algunos autores interpretan las alteraciones que se presentan en los parámetros espectrales como un retraso en la maduración de la actividad eléctrica cerebral, pero otros sostienen que tales alteraciones son el reflejo de una desviación del desarrollo normal de dicha actividad (8, 12, 26). Por retraso en la maduración se entiende la presencia de patrones electroencefalográficos anormales, que podrían considerarse normales en un niño más pequeño; en la desviación del desarrollo, no obstante, existen patrones electroencefalográficos anormales, que no serían normales a ninguna edad (12).

Otros autores enfatizan el hecho de que un subgrupo de los niños con TDA muestra como alteración fundamental un exceso anormal de actividad alfa hacia las regiones anteriores (12) y no el aumento de actividad theta antes mencionado. Ricardo-Garcell y cols. (29), en una investigación realizada en México, concluyeron que los niños con TDA pueden mostrar características de retraso o de desviación del desarrollo de la actividad eléctrica cerebral y presentar como anomalías fundamentales, ya sea un patrón de exceso de theta o de exceso de alfa, en regiones medias y anteriores.

Por otra parte, en el terreno conductual se ha desarrollado un sinnúmero de pruebas para medir, tanto los procesos atencionales, como el funcionamiento ejecutivo. Dadas las características de los pacientes que sufren TDA, estos instrumentos se han incorporado a las diferentes baterías comúnmente utilizadas en el proceso de diagnóstico. Entre estas pruebas psicométricas destaca el *Conners Continuous Performance Test* (CPT), cuya utilidad clínica en la evaluación de la atención se ha demostrado en distintos estudios(11), aunque Ballard (3) sugiere que sirve más para medir el "control ejecutivo", que la atención sostenida.

Actualmente, tanto el CPT, como el EEG, son instrumentos de evaluación comúnmente utilizados dentro del estudio de los pacientes con TDA; no obstante, se les ha manejado como variables independientes, sin estudiar la posible relación que existe entre la medida conductual y la que proporciona el EEG. Así pues, el objetivo de este trabajo fue analizar si las diferentes medidas del CPT (índice de confiabilidad, tiempo de reacción, errores de omisión, errores de comisión, e indicador de estilo de respuesta) se correlacionan positivamente con la actividad eléctrica cerebral y evaluar, asimismo, el patrón de distribución de las correlaciones que resulten significativas.

## MATERIAL Y MÉTODO

### **Sujetos**

A partir de un muestreo no probabilístico y, de mane-

CUADRO 1

Distribución de la muestra de acuerdo a los 3 subtipos de Trastorno por Déficit de Atención propuestos por el DSM-IV

Subtipo	Número	Porcentaje
Predominantemente inatento	15	42.8
Predominantemente hiperactivo-impulsivo	12	34.2
Predominantemente mixto	8	22.8

ra transversal, se evaluó a un total de treinta y cinco pacientes con una media de edad de 10.49 años (D.E.= 3.31), 8 mujeres y 27 hombres. Cada paciente recibió diagnóstico clínico, de acuerdo con los criterios del DSM-IV. Dicho diagnóstico, emitido por un especialista (neuropediatra o paidopsiquiatra), catalogó a los sujetos dentro de un Trastorno por Déficit de Atención. El porcentaje por cada subtipo se puede apreciar en el cuadro 1.

Los pacientes se hallaban exentos de cualquier tipo de tratamiento y de éstos se seleccionó únicamente a aquéllos cuyo valor de coeficiente intelectual estuvo por encima de 80 puntos, calificación que se obtuvo al aplicarles la Escala de Inteligencia para Escolares de Wechsler (WISC-R). Se excluyó a los pacientes con antecedentes médicos que pudiesen causar trastornos en el desarrollo o en el funcionamiento del sistema nervioso.

Se tomaron como variables dependientes, los valores naturales de la potencia absoluta en las bandas delta, theta, alfa y beta del EEG, y también el índice de confiabilidad, los errores de comisión y omisión, la media del tiempo de reacción y el valor del indicador del estilo de respuesta del CPT. El diagnóstico de TDA se consideró como variable independiente.

El CPT de Conners (11) es una prueba ampliamente utilizada en el TDA, para evaluar la inatención y la impulsividad. En este sentido está catalogada como una herramienta útil, porque otros factores cognoscitivos la contaminan muy poco y sólo pide a los sujetos que mantengan la atención (2).

La prueba consiste en proyectar letras sucesivamente y a gran velocidad al centro de la pantalla de una computadora. A medida que éstas aparecen el sujeto debe responder oprimiendo la barra espaciadora del teclado o el botón derecho del ratón, con excepción de la letra X. La aparición de los estímulos varía de acuerdo con tres frecuencias posibles: 1, 2 y 4 segundos.

Al sujeto se le presentan 360 estímulos divididos en seis bloques, cada uno con tres sub-bloques de 20 estímulos (uno por intervalo entre cada estímulo, en un total de 18 sub-bloques). El sujeto debe inhibir la respuesta 10% de las veces, es decir, debe responder a 324 estímulos y no responder a 36.

Al calificar la prueba se obtienen los resultados para los siguientes índices: 1) respuestas correctas, 2) número

de estímulos blanco perdidos (omisiones), 3) número de respuestas a estímulos no blanco (comisiones) y 4) el promedio del tiempo de respuesta a los estímulos (tiempo de reacción).

Finalmente, para interpretar el CPT se obtiene un índice global sobre la ejecución, expresado en porcentaje, llamado *índice de confiabilidad*. El programa automáticamente aplica una función discriminativa que permite obtener una visión general sobre los resultados, para ubicarlos dentro o fuera de un perfil clínico. Por ejemplo, un índice de confiabilidad de 75% indica que de 100 sujetos con el mismo perfil, 75 tendrán problemas de atención. El punto de corte, es el 50%, a partir del cual hay más probabilidades de que el perfil sea clínico en lugar de normal. Realizar la tarea toma alrededor de 14 minutos y debido a que requiere cierta capacidad de lectura, sólo se le puede aplicar a niños mayores de 6 años.

### **Procedimiento**

Todos los pacientes que tomaron parte en la investigación, habían sido referidos por un médico especialista en neurología o en psiquiatría, después de someterlos a una evaluación clínica, y de comprobarse de acuerdo con el DSM IV-R, que reunían los criterios de TDA. A todos ellos se les aplicó la escala de inteligencia para escolares de Wechsler revisada (WISC-R), y una vez determinado el valor de su C.I. se les aplicó también el CPT. Ambas pruebas psicológicas se manejaron en términos de aplicación y de calificación, de conformidad con los criterios establecidos en los respectivos manuales (11,36), y se llevaron a cabo dentro de un cubículo que reunía las características ambientales requeridas para la aplicación de cualquier estudio psicológico.

Una vez realizada la evaluación psicológica, mediante el Electroencefalógrafo Digital Medicid IV de la compañía NEURONIC, se obtuvo el registro monopolar (19 derivaciones) del EEG con electrodos de superficie, colocados según el Sistema Internacional 10-20. Con el propósito de monitorear los movimientos oculares, se colocaron dos electrodos adicionales: el primero, un centímetro por encima de la ceja izquierda, el segundo, un centímetro afuera del canto externo del mismo ojo. Como referencia se utilizaron los electrodos de los lóbulos de las orejas corto-circuitados y para el registro se usó un ancho de banda de 0.5-30 Hz, una frecuencia de muestreo de 200 Hz y una ganancia de 20,000 en los amplificadores. El registro se llevó a cabo en una habitación sonoamortiguada, con poca iluminación y aislada eléctricamente, y con el fin de evitar cambios en la actividad eléctrica cerebral debidos a los ritmos circadianos, todos los registros se hicieron entre las 15 y las 17 horas.

A cada paciente se le realizó un EEG de reposo, con los ojos cerrados, cuya duración mínima fue de 20 minutos. Para explorar más a fondo la actividad de base y en especial su reactividad, se incluyeron períodos breves (12-15 seg.) de apertura ocular y se agregaron tres minutos de la maniobra de hiperventilación y cuatro secuencias de fotoestimulación.

Para el análisis de frecuencias se seleccionó un minuto de EEG compuesto por 24 segmentos de 2.56 segundos de duración, libres de artefactos, correspondientes al estado de ojos cerrados. Esta selección la hicieron, de manera independiente, dos expertos en este procedimiento.

Se calcularon los valores de la potencia absoluta (PA) en el montaje de voltaje, en los siguientes rangos de frecuencias: DELTA (1.5-3.5 Hz.); THETA (3.5-7.5 Hz.); ALFA (7.5-12.5 Hz) y BETA (12.5-19).

Para el análisis estadístico se tomaron los valores naturales, tanto de las medidas del CPT como de la potencia absoluta del EEG. Estos últimos fueron transformados por el logaritmo natural para asegurar la distribución normal de la variable (17). Las correlaciones parciales se realizaron controlando la edad, dado que los dos tipos de variables tienden a disminuir a medida que la edad aumenta. Se utilizó el programa estadístico SPSS 10.

## RESULTADOS

El cuadro 2 muestra la media y desviación estándar de las diferentes variables del CPT evaluadas en esta investigación, expresadas en porcentajes en el caso del Índice de Confiabilidad y en valores naturales en las medidas restantes. En dicho cuadro puede observarse

que la media del Índice de Confiabilidad del CPT fue mayor de 50%, valor que marca el límite superior para una ejecución normal. Diecinueve de los 35 pacientes de la muestra alcanzaron un Índice de Confiabilidad mayor a 50% (54.3%), mientras que en los restantes 16 (45.7%) la ejecución se acercó más al perfil normal.

Para los errores de omisión la media del grupo fue de 19.31, lo cual es en realidad muy poco, si se toma en cuenta que el número máximo posible de errores por omisión es de 324 y que, expresado en porcentaje, constituye sólo 5.95% de los errores posibles. Por otra parte, en los errores de comisión la media fue de 20, lo que resulta mucho más importante si tomamos en cuenta que el número máximo de errores de comisión es de 36; es decir, esta media equivale a 55.55% de los errores posibles.

En general, la actividad eléctrica cerebral de los pacientes se caracterizó por un predominio de la actividad dentro de las bandas delta, theta y alfa, sobre todo de las bandas lentas (cuadro 3). Sobresalen la actividad delta de las regiones frontopolares y frontales inferiores, la actividad theta en las derivaciones frontales superiores y centrales (incluyendo la línea media), y la actividad alfa hacia las regiones posteriores. En la acti-

CUADRO 2  
Media y desviación estándar de las diferentes variables del CPT\*

CPT		Media	D.E
Índice de confiabilidad	%	56.06	18.44
Tiempo de reacción	mseg.	474.70	105.33
Omisiones	n	19.31	23.52
Comisiones	n	20.00	8.67
Indicador de estilo de respuesta		0.93	0.74

\* Valores porcentuales en el caso del Índice de Confiabilidad y valores naturales en las restantes.

CUADRO 3  
Media y desviación estándar de los valores naturales de la potencia absoluta (mV<sup>2</sup>/Hz) en las 19 derivaciones registradas

	Delta		Theta		Alfa		Beta	
	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E
FP1	2967.0	1937.3	2880.3	3771.9	1956.4	1030.5	511.3	276.3
FP2	3335.3	2670.8	3185.9	4586.7	2061.8	1158.4	560.0	318.9
F3	3909.2	1829.4	4569.4	4301.6	3199.6	1798.6	759.5	489.3
F4	4210.9	2240.9	4789.8	5052.0	3148.0	1646.6	774.1	454.6
C3	3829.2	1836.5	5145.2	4107.9	5177.0	3442.3	705.2	419.1
C4	4029.9	1986.2	5304.2	4487.3	5103.7	3221.7	729.9	450.4
P3	4578.7	3049.4	7133.1	9110.8	8753.6	5484.0	847.5	419.5
P4	4933.1	3138.8	7565.6	10402.8	9918.1	7254.6	876.2	498.8
O1	4587.0	3415.4	6302.3	7311.8	14562.0	10962.4	931.9	549.3
O2	4819.2	4146.1	6440.9	7362.9	14096.9	9486.5	931.9	550.9
F7	2463.7	1233.3	2330.4	2490.4	1836.8	1110.3	473.6	251.8
F8	2775.0	1512.9	2490.2	2589.5	2000.7	1243.9	512.5	315.1
T3	1929.5	1140.5	2065.5	1607.8	1897.3	1276.5	503.2	350.9
T4	2080.9	1101.7	2137.0	1609.4	1864.1	1191.6	490.4	292.1
T5	3045.3	1712.4	4073.7	4110.8	5891.1	4148.2	641.2	328.8
T6	3420.6	2466.0	4773.4	5919.1	7512.5	8949.2	685.4	421.4
FZ	4404.1	2105.9	5447.7	5209.3	3476.1	1797.1	823.1	569.6
CZ	5167.4	2586.9	7395.9	6496.4	6027.6	3870.5	780.3	485.8
PZ	5421.1	3209.2	9347.4	12422.2	11007.6	7318.2	891.9	514.7

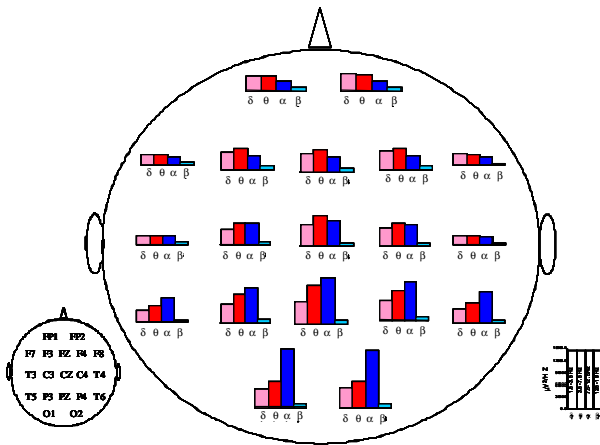


Fig. 1. Valores de potencia absoluta ( $mV^2/Hz$ ) obtenidos en las bandas electroencefalográficas (delta, theta, alfa y beta) en las derivaciones registradas.

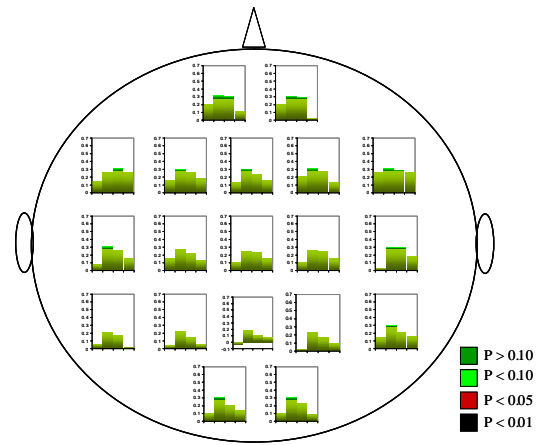


Fig. 4. Distribución topográfica de los valores de correlación obtenidos entre el índice de confiabilidad y la potencia absoluta en las 4 bandas electroencefalográficas así como el nivel de significancia

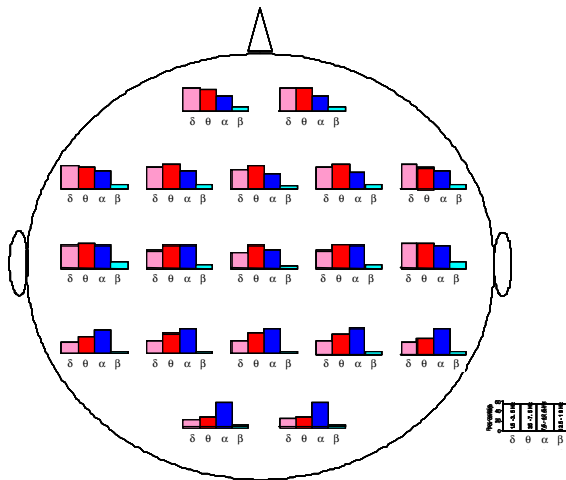


Fig. 2. Porcentajes de actividad encontrados en las 4 bandas electroencefalográficas en las derivaciones registradas.

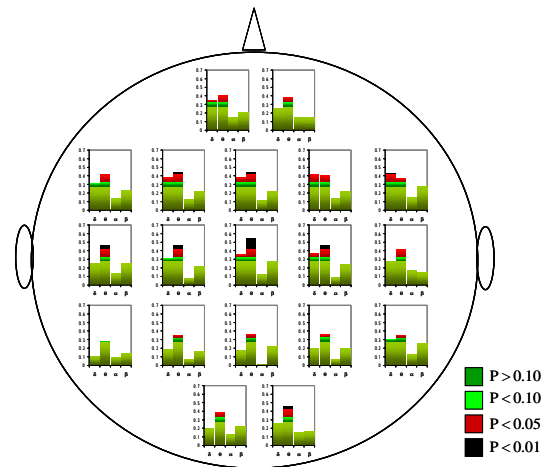


Fig. 5. Distribución topográfica de los valores de correlación obtenidos entre el tiempo de reacción y la potencia absoluta en las 4 bandas electroencefalográficas así como el nivel de significancia

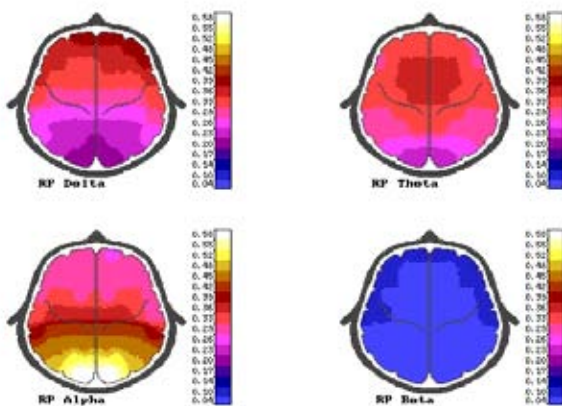


Fig. 3. Mapas topográficos de los porcentajes de actividad encontrados en las 4 bandas electroencefalográficas.

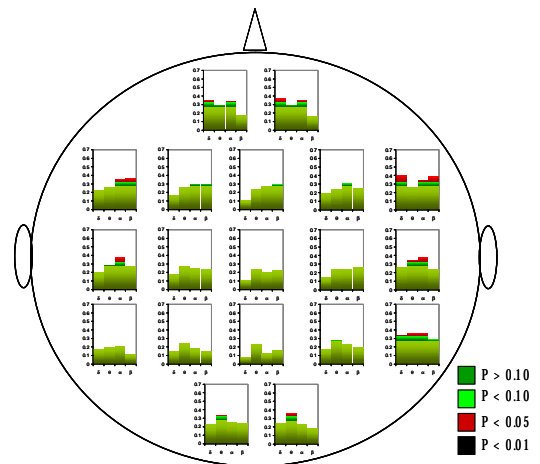


Fig. 6. Distribución topográfica de los valores de correlación obtenidos entre el número de omisiones y la potencia absoluta en las 4 bandas electroencefalográficas así como el nivel de significancia.

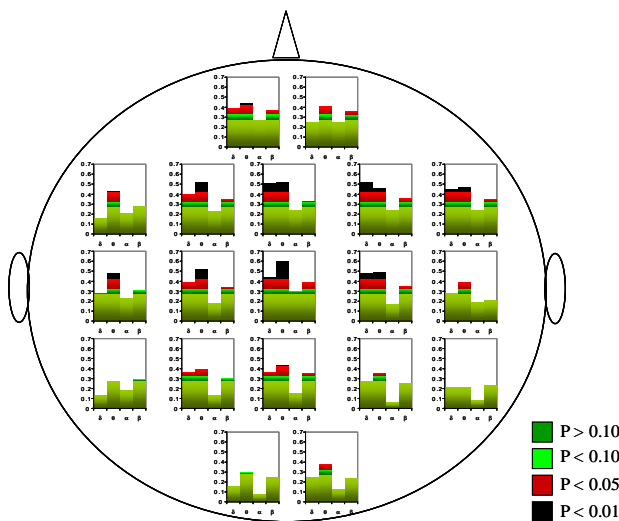


Fig. 7. Distribución topográfica de los valores de correlación (negativos) obtenidos entre el número de comisiones y la potencia absoluta en las 4 bandas electroencefalográficas así como el nivel de significancia.

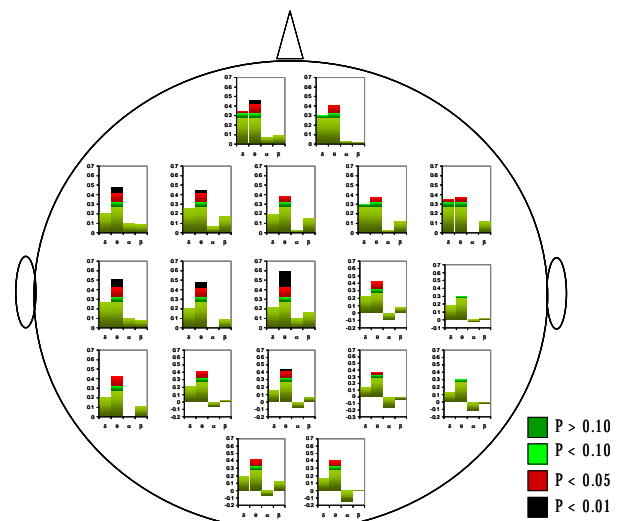


Fig. 8. Distribución topográfica de los valores de correlación obtenidos entre el indicador de estilo de respuesta y la potencia absoluta en las 4 bandas electroencefalográficas así como el nivel de significancia.

vidad correspondiente a las regiones temporales anteriores las bandas mencionadas fueron casi equivalentes (figura 1).

Al unificar la escala de los valores de potencia obtenidos en todas las derivaciones y convertir la energía total de cada banda en porcentajes del espectro total, se obtuvieron las gráficas de la figura 2, en la que se confirman los patrones descritos; es decir, se hacen más evidentes las proporciones de las diferentes bandas en las distintas regiones. Llama la atención que la proporción de alfa en las regiones centrales y temporales anteriores sea casi igual a la proporción de actividad theta y que la proporción correspondiente a la banda beta sea más notable en las regiones frontales y temporales anteriores.

Cuando se interpolaron los valores de los porcentajes, entre el valor mínimo y el máximo obtenidos en la muestra, se obtuvo un mapa, para cada banda de frecuencias, que se muestra en la figura 3. En el mismo, se destaca un gradiente antero posterior muy claro con valores mayores hacia las regiones anteriores, para las actividades delta y theta. Asimismo, aunque los mayores valores de alfa se hallan en regiones posteriores, también se encontraron valores elevados de esta actividad en las regiones medias. En el caso de la banda beta los mayores porcentajes se dieron en las regiones frontopolares, frontales inferiores y temporales anteriores.

El cuadro 4 muestra los coeficientes de correlación (r) obtenidos, teniendo en cuenta la edad, entre los valores transformados de la potencia absoluta del EEG (logarítmicos) y los valores (porcentajes o naturales) de las diferentes medidas del CPT. Las correla-

ciones parciales controladas por edad, demostraron la existencia de asociaciones significativas entre los valores de la potencia absoluta y la ejecución de los pacientes en la mayoría de las variables analizadas en el CPT (figuras 4 a 8).

Al contrastar las variables del EEG con las conductuales, se obtuvieron los datos siguientes:

El *índice de confiabilidad* no mostró correlaciones significativas (figura 4) en ninguna de las 19 derivaciones de las cuatro bandas electroencefalográficas; sin embargo, se apreció una tendencia hacia una asociación positiva entre el Índice de Confiabilidad y determinados patrones electroencefalográficos: la presencia de actividad theta generalizada fue más evidente en las regiones frontocentrales, temporales anteriores, temporal posterior derecha y occipitales; asimismo hubo actividad alfa en las regiones anteriores y medias.

*Tiempo de reacción.* Teniendo en cuenta las distintas bandas analizadas, se observaron correlaciones significativas ( $p < .05$ ) en casi la totalidad de las derivaciones (figura 5). La presencia de actividad theta en la mayoría de las derivaciones (excepto temporal posterior izquierda) se correlacionó positivamente con el aumento del tiempo de reacción, especialmente en las zonas frontales, centrales, temporales anteriores y occipital derecha. El mismo tipo de correlación (positiva y significativa) se encontró respecto a la banda delta en las zonas frontopolar izquierda, frontales superiores, frontal inferior derecha, central derecha y la línea media frontocentral.

CUADRO 4

Correlaciones parciales corregidas por edad de las diferentes variables del CPT analizadas en esta investigación y los valores de potencia absoluta transformados

	Índice de confiabilidad				Omisiones				Comisiones			
	Delta	Theta	Alfa	Beta	Delta	Theta	Alfa	Beta	Delta	Theta	Alfa	Beta
FP1	0.205	0.320	0.305	0.115	0.344	0.293	0.332	0.180	-0.392	-0.437	-0.267	-0.376
FP2	0.203	0.309	0.292	0.022	0.371	0.295	0.346	0.158	-0.251	-0.409	-0.248	-0.356
F3	0.159	0.296	0.263	0.179	0.171	0.259	0.298	0.299	-0.400	-0.521	-0.236	-0.349
F4	0.208	0.312	0.280	0.130	0.191	0.244	0.314	0.256	-0.520	-0.459	-0.245	-0.357
C3	0.162	0.279	0.221	0.137	0.177	0.272	0.249	0.240	-0.389	-0.522	-0.176	-0.336
C4	0.104	0.269	0.247	0.153	0.144	0.235	0.246	0.267	-0.479	-0.489	-0.167	-0.344
P3	0.039	0.223	0.149	0.054	0.146	0.243	0.181	0.152	-0.367	-0.392	-0.133	-0.300
P4	0.030	0.239	0.173	0.096	0.175	0.280	0.232	0.199	-0.275	-0.349	-0.063	-0.258
O1	0.108	0.314	0.214	0.137	0.234	0.332	0.259	0.238	-0.156	-0.295	-0.078	-0.256
O2	0.107	0.307	0.231	0.096	0.241	0.355	0.240	0.184	-0.254	-0.381	-0.130	-0.239
F7	0.146	0.262	0.315	0.269	0.222	0.261	0.355	0.369	-0.160	-0.429	-0.207	-0.275
F8	0.260	0.313	0.291	0.267	0.406	0.272	0.344	0.387	-0.456	-0.468	-0.238	-0.344
T3	0.085	0.311	0.265	0.154	0.196	0.289	0.374	0.279	-0.282	-0.476	-0.230	-0.314
T4	0.034	0.301	0.297	0.182	0.259	0.343	0.380	0.242	-0.273	-0.393	-0.194	-0.214
T5	0.061	0.217	0.175	0.024	0.176	0.194	0.217	0.112	-0.139	-0.278	-0.187	-0.290
T6	0.146	0.297	0.215	0.164	0.340	0.356	0.357	0.285	-0.213	-0.213	-0.087	-0.239
FZ	0.130	0.302	0.241	0.161	0.103	0.242	0.277	0.292	-0.511	-0.518	-0.238	-0.333
CZ	0.112	0.258	0.239	0.155	0.112	0.240	0.206	0.225	-0.438	-0.602	-0.304	-0.395
PZ	-0.044	0.186	0.102	0.077	0.083	0.235	0.123	0.160	-0.367	-0.434	-0.154	-0.348

	Tiempo de reacción				Estilo de respuesta			
	Delta	Theta	Alfa	Beta	Delta	Theta	Alfa	Beta
FP1	0.353	0.407	0.154	0.207	0.339	0.458	0.075	0.093
FP2	0.264	0.385	0.155	0.152	0.307	0.413	0.032	0.024
F3	0.382	0.446	0.129	0.225	0.259	0.448	0.065	0.170
F4	0.420	0.410	0.141	0.218	0.300	0.375	0.022	0.123
C3	0.312	0.466	0.083	0.221	0.210	0.480	0.002	0.089
C4	0.375	0.461	0.089	0.241	0.221	0.424	-0.096	0.082
P3	0.193	0.352	0.070	0.168	0.213	0.417	-0.063	0.026
P4	0.202	0.358	0.076	0.200	0.149	0.371	-0.167	-0.036
O1	0.206	0.392	0.126	0.229	0.197	0.427	-0.070	0.128
O2	0.258	0.451	0.153	0.169	0.169	0.405	-0.147	-0.004
F7	0.313	0.419	0.140	0.234	0.205	0.484	0.097	0.088
F8	0.429	0.377	0.148	0.274	0.351	0.377	0.011	0.121
T3	0.250	0.465	0.138	0.254	0.271	0.510	0.104	0.085
T4	0.273	0.420	0.175	0.144	0.184	0.304	-0.026	0.025
T5	0.111	0.279	0.097	0.146	0.209	0.424	0.010	0.113
T6	0.307	0.352	0.131	0.260	0.133	0.302	-0.120	-0.019
FZ	0.385	0.443	0.114	0.221	0.196	0.387	0.025	0.156
CZ	0.351	0.541	0.123	0.278	0.224	0.594	0.102	0.164
PZ	0.174	0.363	0.014	0.224	0.163	0.453	-0.079	0.072

Las *omisiones* (figura 6) demostraron que había correlaciones positivas significativas ( $p < .05$ ) con la potencia absoluta de banda delta en las zonas frontopolares, frontal inferior y temporal posterior derechas; con la de la banda theta en las regiones temporales derechas y occipitales; con la de la banda alfa en las áreas frontopolares, frontales inferiores, temporales anteriores y temporal posterior derecha. En cuanto a la actividad beta, sólo se correlacionó con la ejecución en las regiones frontales inferiores.

Las *comisiones* presentaron las correlaciones más fuertes ( $p < 0.01$ ) pero negativas; es decir, a mayor actividad eléctrica cerebral en especial en las bandas lentas, menor número de errores. En la figura 7 aparecen las correlaciones y su nivel de significación estadística y se puede notar la correlación, casi generalizada, con

la actividad theta excepto en las áreas temporales posteriores y occipital izquierda y con la actividad delta y beta, en casi toda el área frontal, así como en las regiones centrales (incluyendo la línea media) y parietales izquierda y media. Las áreas en que se encontraron correlaciones negativas con las bandas lentas y los errores por comisión son semejantes a aquéllas en las que el TR reveló que había correlaciones positivas.

El *indicador de estilo de respuesta* se correlacionó positiva y significativamente ( $p < .05$ ) con la potencia absoluta theta en casi todas las derivaciones, excepto en las derivaciones temporales derechas; y puede notarse que varias de estas correlaciones fueron significativas con una  $p < 0.01$  (figura 8). La actividad delta, por su parte, solamente tuvo correlaciones positivas en esta



variable, con las áreas frontopolar izquierda y frontal inferior derecha.

Los resultados obtenidos en la correlación entre las medidas del CPT estudiadas y los valores de potencia absoluta del EEG están resumidos en el cuadro 5.

## DISCUSIÓN

El CPT, de acuerdo con Barkley (2), es la única prueba psicológica que parece evaluar directamente dos de los síntomas patognomónicos del TDA: la inatención y la impulsividad. Entre las medidas que integran el CPT, el Índice de Confiabilidad es un indicador global del desempeño del sujeto y por ello se puede considerar como una medida general del déficit de atención presente. En la muestra, sólo 19 de 35 (54.3%) pacientes alcanzaron un Índice de Confiabilidad mayor a 50%, que sugiere la existencia de un trastorno de la atención.

Por otra parte, el 45.7% restante de la muestra, presentó una ejecución cercana al perfil normal. En relación con este resultado, existen en la literatura algunos autores (25) que han expresado sus dudas sobre la utilidad clínica de esta versión específica del CPT, al afirmar que no es una prueba útil para discriminar sujetos normales y sujetos con TDA. Además, en los cuestionamientos que Ballard (3) hace sobre su validez, sostiene que el CPT de Conners no mide la atención sostenida sino el funcionamiento ejecutivo.

Sin embargo, antes de descartar el CPT como un instrumento clínico valioso, habrá de considerarse que se están tomando en cuenta por el momento, sólo los falsos negativos (45.7% en esta muestra) y únicamente una de las medidas de la prueba (el índice de confiabilidad).

De acuerdo a Barkley (2) el porcentaje de falsos negativos en las investigaciones sobre sujetos clasifica-

dos bajo TDA por maestros, padres y especialistas, varía desde un 15% hasta un 52%. No obstante, esta gran variación puede deberse a las diversas formas y valores con que la técnica puede aplicarse, tal como afirman Riccio y Reynolds (30) en un trabajo realizado en adultos.

En cuanto al resto de las medidas del CPT (cuadro 2), hay que dar especial atención a los errores por comisión. Proporcionalmente, este tipo de errores fue el más común en la muestra: 20 de 36 (55.5% de los errores posibles). No obstante, su interpretación por sí sola ya es difícil dado que, mientras las omisiones son sinónimo de inatención (2), las comisiones pueden reflejar una mezcla de diferentes procesos subyacentes (9). En primer lugar dichas comisiones pueden ocurrir a causa de la impulsividad; es decir, que el sujeto es incapaz de inhibir la respuesta de presionar el botón y comete muchos errores de comisión pero, como asegura Conners (11), también pueden presentarse errores de comisión cuando un sujeto, con tiempos de reacción muy lentos, tarda mucho en responder a un estímulo blanco y provoca primero una omisión y después una comisión.

De lo anterior pudiera concluirse que la combinación de medidas, en este caso, tiempo de reacción y errores de comisión, ofrece cierta información adicional que no resulta evidente en el análisis individual. Conners (11) afirma que los tiempos de reacción lentos y un elevado número de errores (comisiones y omisiones) son indicadores de inatención. Este es el perfil que domina en la muestra.

Respecto al análisis de frecuencias, los resultados obtenidos en cuanto a los valores de la potencia absoluta en las diferentes bandas deben tratarse con cautela, debido a la conocida variabilidad de amplitud interindividual que muestran los trazos electroencefalográficos y por lo tanto, la potencia absoluta (22).

CUADRO 5  
Correlaciones significativas entre las medidas del CPT y los valores de la potencia absoluta.

	<i>Delta</i>	<i>Theta</i>	<i>Alfa</i>	<i>Beta</i>	<i>Tipo de Correlación</i>
<i>Omisiones</i>	FP1, FP2 F8 T6	T4, T6 O1, O2	FP1, FP2 F7, F8 T3, T4 T6	F7, F8	Positivas
<i>Comisiones</i>	FP1, F3, F4, F8, FZ C3, C4, CZ P3, PZ	Todas (excepto T5, T6 y O1)		FP1, FP2, F3, F4, F8, FZ, C3, C4, CZ, PZ	Negativas
<i>Tiempo de Reacción</i>	FP1, F3, F4, F8, FZ C4, CZ	Todas (excepto T5)			Positivas
<i>Indicador de Estilo de Resp. (<math>\beta</math>)</i>	FP1 y F8	Todas (excepto T4 y T6)			Positivas

Por otra parte, si se tiene en cuenta que no se dispuso de valores referenciales para el análisis de los resultados de esta investigación, no parece adecuado hablar de excesos o disminuciones de las potencias absolutas en las diferentes bandas. No obstante, en esta muestra resultó evidente que la actividad theta superó a todas las demás en las zonas frontales superiores y centrales y que se dió en proporción importante en las demás derivaciones. Además, debe recordarse que el patrón de maduración normal del electroencefalograma, después de los 6 ó 7 años, se correlaciona con la presencia de actividad alfa en las regiones posteriores, y de actividad más rápida (dentro del rango beta) en las regiones anteriores (1, 21).

El predominio de la actividad theta, en especial en las zonas frontales, concuerda con lo que algunos autores como Monastra y cols (26), Chabot, Di Michele, Prichep y John, (13) y Clarke, Barry, McCarthy y Selikowitz (8) han descrito como la actividad característica del TDA, por lo que los resultados de esta investigación sugieren que se trata de una desviación del desarrollo de la actividad eléctrica cerebral, más que de un retraso en la misma. Chabot y cols. (13) y Clarke y cols. (8), llegaron a conclusiones similares con sus respectivas muestras de niños con TDA. A pesar de esta interpretación, estos autores han descrito subgrupos electroencefalográficos dentro de este mismo grupo clínico, algunos de los cuales no se caracterizan por el exceso de actividad theta sino por aumentos en las bandas alfa e inclusive beta.

Como se puede apreciar en el cuadro 4, la actividad lenta, en especial de la banda theta, fue la que tuvo más correlaciones significativas con las medidas conductuales, lo cual es lógico si se recuerda que la principal alteración encontrada en estos pacientes es el exceso de actividad dentro de la banda theta en áreas frontales (8, 13, 23).

Aunque ninguna de las correlaciones entre la actividad eléctrica cerebral y el desempeño global en el CPT, al medirlo empleando el índice de confiabilidad, resultó estadísticamente significativa (probablemente debido al tamaño de la muestra), los resultados mostraron tendencias claras: a medida que aumentaban la actividad theta generalizada, la actividad alfa en regiones anteriores y medias, y la actividad delta frontal, aumentaba también el índice de confiabilidad; es decir, la ejecución era peor. Se estableció un patrón muy similar con el tiempo de respuesta y con las comisiones: el tiempo de respuesta aumentaba a medida que la actividad theta, en todas las derivaciones (excepto en la zona temporal posterior izquierda) y también aumentaba la actividad delta en algunas zonas frontales y centrales; no obstante las comisiones disminuían si aumentaban la actividad theta en casi todas las derivaciones

(excepto las temporales posteriores y occipital izquierda), y la actividad delta en la mayoría de las derivaciones anteriores y medias y en la actividad beta frontal y de la línea media.

Desde el punto de vista electroencefalográfico, la presencia de actividad theta casi generalizada y de delta en las regiones frontales, se correlacionó significativamente con el aumento en el tiempo de reacción, la disminución en el número de comisiones y la tendencia al aumento en el índice de confiabilidad. Estos resultados sugieren, que en esta muestra de niños con TDA, tales patrones electroencefalográficos podrían ser el marcador electrofisiológico que identifica una mala ejecución en el CPT.

Los hallazgos anteriores concuerdan con lo encontrado por Harmony y cols. (21), quienes, estudiando una tarea de atención selectiva en niños normales, encontraron que los valores de la potencia absoluta de la banda theta, obtenidos en reposo, se correlacionaban con una mala ejecución, lo que apoya la conclusión de estos autores en el sentido de que existe una relación entre los valores de la potencia absoluta y las capacidades cognoscitivas de los niños, relacionadas a su vez con los procesos de atención. Lo anterior habla en favor de la validez de la prueba.

Del mismo modo, los resultados de esta investigación también concuerdan con lo referido por Fernández y cols. (18) en cuanto a que los niños normales estudiados por ellos, cometían menos errores en una tarea de atención cuando era menor la actividad en algunas frecuencias del rango delta y theta en las regiones frontales.

Estévez-González, García-Sánchez y Junqué (16) en una revisión de la literatura sobre el tema, concluyeron que existen nueve tipos clínicos de atención, entre ellos el de la atención sostenida, que definen como el proceso de mantener persistentemente el estado de alerta a pesar de la frustración y el aburrimiento. Estos nueve tipos de atención se apoyan en tres sistemas neurofisiológicos: 1) el sistema de alerta o "arousal", que suministra el tono atencional, y que depende de la integridad del sistema reticular mesencefálico y de sus conexiones, 2) el sistema de atención posterior o de selectividad perceptiva, que depende de la integridad de las zonas del córtex parietal posterior derecho y de sus conexiones y 3) el sistema de atención anterior o atención supervisora y reguladora de la atención deliberada, integrado principalmente por zonas del cíngulo anterior y prefrontales laterales y por sus conexiones. Según afirma Posner (14), es de este último sistema o "red" neuronal del cual depende la sensación subjetiva del esfuerzo mental que causa la atención.

Las comisiones, el tiempo de reacción, el indicador

de estilo de respuesta e incluso el índice de confiabilidad —que no mostró diferencias estadísticamente significativas, si no sólo una tendencia—, presentaron asociaciones mayores con la actividad theta en las regiones centrales, frontales superiores, parietales y línea media. Si se tiene en cuenta que el papel del lóbulo frontal en la atención, sobre todo en el control voluntario, está bien descrito (24), esto podría sugerir que la presencia de la actividad theta detectada durante el reposo en las regiones señaladas, interfiere con la capacidad de los sistemas atencionales anterior y posterior para resolver satisfactoriamente la prueba, lo que conductualmente se aprecia con mayor claridad en el incremento en los tiempos de reacción. Silberstein y cols. (33) obtuvieron un resultado similar, al menos en parte, al encontrar mayor velocidad de procesamiento de la corteza prefrontal en niños normales que en niños con TDA.

Por otra parte, destaca el hecho de que mientras todas las correlaciones son positivas, en el caso de las comisiones dichas correlaciones son negativas. Esto se puede entender si se considera que el esfuerzo que el sujeto hace por ejecutar mejor la prueba, provoca un aumento del tiempo de reacción, pero su trastorno de atención impide que se beneficie de esta estrategia y provoca la pérdida de información. Esto genera un aumento en el número de omisiones y disminuye a la vez, el número de comisiones, lo cual viene a ser sinónimo de inatención (11).

Si se recuerda que el indicador de estilo de respuesta es un cálculo que permite evaluar la relación velocidad/exactitud, las correlaciones con éste (figura 8), apoyan el resultado anterior, puesto que señalan valores de correlación significativos casi exclusivamente con la banda theta.

Las omisiones, se correlacionaron positiva y significativamente con la actividad alfa en las regiones frontopolares, frontales inferiores, temporales anteriores y temporal posterior derecha. Contrariamente a lo esperado, de acuerdo con los resultados hallados en las otras variables del CPT, la actividad theta sólo se correlacionó significativamente en la región temporal posterior derecha; mientras que las actividades delta y beta también mostraron correlaciones positivas en las regiones frontopolares y frontales inferiores derechas respecto a la actividad delta y frontales inferiores respecto a la actividad beta.

Como se puede apreciar, la mayoría de las correlaciones con las omisiones se dieron con las derivaciones derechas. Este resultado puede interpretarse en los términos de Estévez-González, García-Sánchez y Junqué (16), quienes señalan que el hemisferio cerebral derecho ejerce un control bilateral, regula el sistema de “arousal” y mantiene el estado de alerta, mientras

que el izquierdo sólo ejerce un control unilateral. Asimismo, cuando Rueckert y Grafman (13) estudiaron la ejecución en el CPT de pacientes con lesiones en el área frontal derecha, concluyeron que esta zona cortical tiene una función especial en el mantenimiento de la atención a lo largo del tiempo.

A pesar de que el registro de la actividad eléctrica cerebral y la aplicación del CPT de Conners se hicieron en momentos diferentes, los resultados de la presente investigación apoyan el hecho de que los valores de potencia absoluta obtenidos en reposo en las bandas electroencefalográficas delta, theta y alfa, pero sobre todo en la banda theta, van ligados con una ejecución deficiente en la mayoría de las variables del CPT de Conners, analizadas en esta investigación.

## REFERENCIAS

1. ALCARAZ VM: Evaluación electrofisiológica del daño cerebral. En: Harmony T, Alcaraz VM (eds.), *Daño Cerebral. Diagnóstico y Tratamiento*. Editorial Trillas, 63-103, México, 1987.
2. BARKLEY RA: *Attention Deficit Hyperactivity Disorder*. The Guilford Press, Nueva York, 1998.
3. BALLARD JC: Assessing attention: comparison of response-inhibition and traditional continuous performance test. *J Clin Exp Neuropsychol*, 23(3):331-350, 2001.
4. BRESNAHAN SM, ANDERSON JW, BARRY RJ: Age-related changes in quantitative EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*, 46:1690-1697, 1999.
5. CANTU-OCHOA MP: *Terapia Conductual Niños de Edad Preescolar con Trastornos por Déficit de Atención con Hiperactividad*. Universidad Intercontinental, México, 1997.
6. CARTER CS, KRENER P, CHADERJIAN M, NORTH-CUTT C, WOLFE V: Abnormal processing of irrelevant information in attention deficit hyperactivity disorder. *Psychiatr Res*, 56:59-70, 1995.
7. CLARKE AR, BARRY RJ, MCCARTHY R, SELIKOWITZ M: Excess beta activity in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: an atypical electrophysiological group. *Psychiatr Res*, 103:205-218, 2001.
8. CLARKE AR, BARRY RJ, MCCARTHY R, SELIKOWITZ M: Electroencephalogram differences in two subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychophysiology*, 38:212-221, 2001b.
9. CONNERS CK, MULTI-HEALTH SYSTEMS INC. STAFF: *Conners' continuous performance test computer program, User's manual*. Multi-Health Systems. Toronto, 1995.
10. CONNERS CK, JETT JL: *Attention Deficit Hyperactivity Disorder (in adults and children). The Latest Assessment and Treatment Strategies*. Compact clinicals, Kansas, 1999.
11. CONNERS CK, MULTI-HEALTH SYSTEMS INC. STAFF: *Conners' continuous performance test (CPT II). Computer Program for Windows. Technical Guide and Software Manual*. Multi-Health Systems Inc. Toronto, 2000.
12. CHABOT RJ, SERFONTEIN G: Quantitative electroencephalographic profiles of children with attention deficit disorder. *Biological Psychiatry*, 40:951-963, 1996.
13. CHABOT RJ, DI MICHELE F, PRICHEP L, JOHN ER: The clinical role of computerized EEG in the evaluation and treatment of learning and attention disorders in children and adolescents. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 13:171-186, 2001.
14. EDITORIAL: Interview with Michael I. Posner. *J Cognit*

- Neurosci*, 8:83-87, 1996.
15. ETCHEPAREBORDA MC: Evaluación y clasificación del trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Rev Neurol Clin*, 1:171-180, 2000.
  16. ESTEVEZ-GONZALEZ A, GARCIA-SANCHEZ C, JUNQUE C: La atención: una compleja función cerebral. *Revista Neurología*, 25:1989-1997, 1997.
  17. FERNANDEZ T: Estudio de los parámetros espectrales del electroencefalograma (EEG) durante tareas mentales. *Revista Latina Pensamiento Lenguaje*, 2(2):351-368, 1994.
  18. FERNANDEZ T, HARMONY T, SILVA J, GALAN L, DIAZ-COMAS L, BOSCH J, RODRIGUEZ M, FERNANDEZ-BOUZAS A, YANEZ G, OTERO G, MAROSI E: Relationship of specific EEG frequencies at specific brain areas with performance. *NeuroReport*, 9:3681-3687, 1998.
  19. GUARDIOLA A, FUCHS FD, ROTTA NT: Prevalence of attention deficit hyperactivity disorders in students. Comparison. *Arg Neuropsiquiatr*, 58:401-407, 2000.
  20. HARMONY T: Psychophysiological evaluation of children's neuropsychological disorders. En: Reynolds CR, Fletcher-Janzen E (eds). *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. Plenum Press, 265-286, Nueva York, 1989.
  21. HARMONY T, MAROSI E, JACQUELINE B, REYES A, RODRIGUEZ M, BERNAL J, HINOJOSA G, FERNANDEZ T: Correlación entre el análisis de frecuencias del EEG y el rendimiento en pruebas de atención selectiva y memoria en niños. *Revista Latina Pensamiento Lenguaje*, 1:96-103, 1992.
  22. HERNANDEZ JL, VALDES P, BISCAY R, VIRUES T, SZAVA S, BOSCH J, RIQUENES A, CLARK I: A global scale factor in brain topography. *Intern J Neurosci*, 75:267-278, 1994.
  23. HUGHES JR, JOHN ER: Conventional and quantitative electroencephalography in psychiatry. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 11:190-208, 1999.
  24. JUNQUE C, BARROSO J: *Neuropsicología*. Editorial Síntesis. España, 1995.
  25. MCGEE RA, CLARK SE, SYMONS DK: Does the Conners' continuous performance test aid in ADHD diagnosis? *J Abnorm Child Psychol*, 28:415-424, 2000.
  26. MONASTRA VJ, LUBAR JF, LINDEN M, VANDEUSEN P, GREEN G, WING W, PHILLIPS A, FENGER TN: Assessing attention deficit hyperactivity disorder via quantitative electroencephalography: an initial validation study. *Neuropsychology*, 13:424-433, 1999.
  27. NARBONA-GARCÍA J, SANCHEZ-CARPINTERO R: Neurobiología del trastorno de la atención e hiperactividad en el niño. *Rev Neurol*, 28(2):S160-S164, 1999.
  28. NASEEM S, CHAUDHARY B, COLLOP N: Attention deficit hyperactivity disorder in adults and obstructive sleep apnea. *Chest*, 119:294-296, 2001.
  29. RICARDO-GARCELL J, GALINDO Y VILLA G, BALDERAS E, REYES E, BARRAGAN E, RUIZ M, SALVADOR J, GARZA S: Importancia de la sustracción de un Factor de Escala Global (FEG) de las medidas espectrales del EEG en un grupo de niños con TDA. *Rev Neurol*, 34:71-72, 2002.
  30. RICCIO CA, REYNOLDS CR: Continuous performance test are sensitive to ADHD in adults but lack specificity. A review and critique for differential diagnosis. *Ann N Y Acad Sci*, 931:113-139, 2001.
  31. RUECKERT L, GRAFMAN J: Sustained attention deficits in patients with right frontal lesions. *Neuropsychologia*, 34:953-963, 1996.
  32. SATTLER J: *Evaluación Infantil*. (3a ed). Manual Moderno, México, 1996.
  33. SILBERSTEIN RB, FARROW M, LEVY F, PIPINGAS A, HAY DA, JARMAN FC: Functional brain electrical activity mapping in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Arch Gen Psychiatry*, 55:1105-1112, 1998.
  34. SMALL JG: Psychiatric disorders and EEG. En: Niedermeyer E, Lopes da Silva F (Eds.), *Electroencephalography (Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields)*. Lippincott Williams & Wilkins. 603-620, Baltimore, 1999.
  35. SWANSON J, CASTELLANOS FX, MURIAS M, LAHOSTE G, KENNEDY J: Cognitive neuroscience of attention deficit hyperactivity disorder and hyperkinetic disorder. *Curr Opin Neurobiol*, 8:263-271, 1998.
  36. WECHSLER D: *WISC-R Español. Escala de Inteligencia Revisada para el Nivel Escolar. Manual*. Manual Moderno, México, 1981.
  37. WEISS G: Attention deficit hyperactivity disorder. En: Lewis M (Ed). *Child and Adolescent Psychiatry a Comprehensive Textbook*. Williams & Wilkins, 545-561, Baltimore, 1992.